

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.07.03 «МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы «Электроэнергетика и электротехника (по  
элективным модулям\*)»

Автор(ы): канд. пед. наук, доцент, Л.В. Колясникова  
доцент  
канд. пед. наук, доцент, А.О. Прокубовская  
заведующий кафедрой

Одобрена на заседании кафедры энергетики и транспорта. Протокол от «25» января  
2022 г. №6.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-  
методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «26» января 2022 г. №6.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Метрология и электрические измерения»: содействие средствами дисциплины овладению обучающимся профессиональными компетенциями в области электроэнергетики для успешного решения профессиональных задач через формирование знаний о закономерностях теории измерений и применения средств измерений в процессе электрических измерений, умений осуществлять измерения электрических и неэлектрических величин различными средствами и методами метрологии, определять погрешность измерений.

Задачи:

- сформировать представление об исторических аспектах развития метрологии, о значении метрологии в науке и технике, о современной метрологической службе, единстве измерений, поверке и испытании средств измерений;
- сформировать знания основных метрологических понятий и терминов;
- сформировать знания теоретических основ электрических измерений, метрологических характеристик средств электрических измерений;
- сформировать умения применять методы измерения электрических и неэлектрических величин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Метрология и электрические измерения» относится к обязательной части учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Математика.
2. Физика.
3. Теоретические основы электротехники.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Теория автоматического управления.
2. Практикум по профессии.
3. Специальные главы теории электрических цепей.
4. Электрические машины.
5. Промышленная электроника.
6. Системы электроснабжения.
7. Электрическая часть подстанций.
8. Электрические и электронные аппараты.



9. Дидактическая инженерия.
10. Электрическое освещение.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Основные метрологические понятия и термины;
32. Принципы расчета точностных характеристик приборов, определения случайной и систематической погрешностей;
33. Методы статистической обработки результатов измерений;
34. Принципы действия и метрологические характеристики электромеханических, электронно-лучевых, аналоговых электронных и цифровых измерительных приборов;
35. Методы измерения основных электрических величин (ток, напряжение, мощность, энергия, частота, фаза, сопротивление, емкость, индуктивность) и неэлектрических величин;
36. Методы изменения пределов измерения приборов;
37. Принципы построения информационно-измерительных систем, с использованием микропроцессорной техники и компьютеров;
38. Основную учебную, справочную литературу и периодические издания, необходимые для обновления знаний по электрическим измерениям;
39. Формы, методы и средства контроля, возможные применять к темам, связанным с основами метрологии и электрических измерений.

Уметь:

- У1. Выбирать необходимые для измерения электрических величин приборы с учетом диапазона измеряемых величин, условий измерений и требуемой точности измерений;
- У2. Выбирать методы, разрабатывать схемы и методики измерений электрических и неэлектрических величин; оценивать точность измерений, определять случайную и систематическую погрешности измерений;
- У3. Практически использовать наиболее распространенные средства измерений, в том числе электромеханические, цифровые, электронно-лучевые приборы;
- У4. Проектировать формы, методы и средства контроля для тем, связанных с основами метрологии и электрических измерений.

Владеть:



- В1. Наиболее распространенными средствами измерений, в том числе электромеханическими, цифровыми, электронно-лучевыми приборами;
- В2. Операциями по обеспечению ввода-вывода информации приборов и генераторов сигналов в составе информационно-измерительных комплексов;
- В3. Построением измерительных и поверочных схем;
- В4. Расчетами погрешностей измерений.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.), семестр изучения – 3, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	3 сем.
Кол-во часов	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
Контактная работа, в том числе:	32
Лекции	16
Лабораторные работы	16
Самостоятельная работа студента	76
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	3 сем.

*\*Распределение трудоёмкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

##### 4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	



1. Основные положения теории измерений	3	32	8	-	4	20
2. Средства измерений	3	36	6	-	4	26
3. Методы измерения электрических величин	3	40	2	-	8	30

*\*Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

### **4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин**

#### **Раздел 1. Основные положения теории измерений**

##### **1.1. Общие вопросы измерений. Термины и определения**

Краткий исторический обзор развития метрологии и отечественной электроизмерительной техники. Роль измерений в науке, технике и экономике страны. Значение дисциплины «Метрология и электрические измерения» в подготовке бакалавров.

1.2. Основные понятия метрологии. Введение в теорию измерений. Понятия физической величины и ее единицы. Измерительные шкалы. Нормальное распределение случайных величин. Принципы, виды и методы измерений.

1.3. Единство измерений. Основные положения метрологического обеспечения. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая служба РФ, ее структура и основные задачи. Международные метрологические организации. Эталоны и образцовые средства измерений. Передача параметров единиц от эталонов образцовым средствам измерений. Поверочные схемы.

1.4. Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Обработка результатов многократных наблюдений при прямых и косвенных измерениях. Оценки суммарной погрешности результата измерения. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями. Систематические погрешности, их классификация, способы выявления. Показатели точности и формы представления результатов измерений.

#### **Раздел 2. Средства измерений**

2.1. Классификация средств измерений. Измерительные преобразователи (датчики). Приборы и измерительные комплексы. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Помехи и помехоустойчивость.

2.2. Электромеханические аналоговые измерительные приборы. Классификация, принцип действия, применение. Общие характеристики магнитоэлектрических, электромагнитных, электродинамических, электростатических и индукционных приборов. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями рода тока: термоэлектрические и выпрямительные приборы. Преобразователи для измерения мощности и энергии.



Расширение пределов измерений электромеханических приборов с помощью масштабных преобразователей. Характерные примеры масштабных преобразователей для измерительных цепей постоянного и переменного токов: шунты, добавочные резисторы, делители напряжения, измерительные преобразователи тока и напряжения, измерительные трансформаторы.

2.3. Цифровые измерительные приборы (ЦИП). Классификация, характеристики. Принцип действия и схема цифрового вольтметра. Электронные вольтметры для измерения постоянных, переменных и импульсных напряжений. Принцип действия, схемы, характеристики.

Электронные омметры. Принцип действия, область применения и метрологические характеристики. Классификация измерительных мостов. Одинарные и двойные мосты постоянного тока. Мосты переменного тока для измерения емкости и индуктивности. Трансформаторные мосты. Метрологические и эксплуатационные характеристики измерительных мостов.

Цифровые запоминающие приборы. Системы на основе микропроцессоров. Использование персональных компьютеров в телеметрических системах.

### **Раздел 3. Методы измерения электрических величин**

3.1. Сигналы измерительной информации, общие сведения. Непрерывные и дискретные сигналы. Дискретизация сигналов.

Измерение электрических величин электромеханическими приборами. Измерение параметров электрических сигналов электронными аналоговыми и цифровыми приборами.

3.2. Измерение и регистрация изменяющихся во времени величин. Электронно-лучевой осциллограф. Устройство и применение для регистрации периодических и непериодических сигналов, временных интервалов, частоты, сдвига фаз. Цифровые и специальные осциллографы. Логические анализаторы.

3.3. Измерение магнитных и неэлектрических величин.

Методы и средства измерений магнитных величин, их классификация. Магнитные измерительные преобразователи. Метрологические характеристики. Измерение магнитной индукции, магнитного потока и напряженности магнитного поля. Измерение характеристик магнитных материалов. Магнитные цепи, используемые при измерениях. Измерение статических и динамических характеристик магнитных материалов, метрологические характеристики.

Особенности измерения неэлектрических величин электрическими средствами измерения. Методы и приборы электрических измерений неэлектрических величин. Структурные схемы и основные функциональные узлы приборов для измерения неэлектрических величин: измерительные преобразователи, измерительные цепи. Основные метрологические и эксплуатационные характеристики. Классификация измерительных преобразователей.



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии представлены комбинацией объяснительно-иллюстративного и репродуктивного методов обучения. Осуществляются с использованием информационных лекций, семинаров, практических занятий или лабораторных работ. При использовании данных методов деятельность учащегося направлена на получение теоретических знаний и формирования практических умений по дисциплине.

2. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

3. Технология обучения в сотрудничестве применяются при проведении семинарских, практических и лабораторных занятий, нацелены на совместную работу в командах или группах и достижение качественного образовательного результата.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.



## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1 Основная литература

1. Шелепаев А. Г. Метрология : учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 109 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68791>.
2. Коротков В. С., Афонасов А. И. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие. - Саратов : Профобразование, 2017. - 186 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66391>.
3. Романова Л. А. Метрологические основы поверки и калибровки средств электрических измерений. Часть 1 : учебное пособие. - Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2013. - 18 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44348>.
4. Гордиенко В. Е., Гордиенко Е. Г., Норин В. А., Абросимова А. А., Новиков В. И., Трунова Е. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Технические измерения : практикум. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. - 148 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74337>.
5. Барышев Ю. А., Романова Л. А. Поверка и калибровка амперметров, вольтметров, ваттметров и варметров : учебное пособие. - Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. - 73 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64354>.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Метрология и электрические измерения : учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / Е. Д. Шабалдин, Г. К. Смолин, В. И. Уткин, А. П. Зарубин ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2006. - 281 с. - Режим доступа: <http://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/1268>.
2. Барышев Ю. А., Вострокнутов Н. Н., Романова Л. А. Поверка и калибровка потенциометров постоянного тока : учебное пособие. - Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2013. - 36 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44274>.
3. Барышев Ю. А., Романова Л. А. Поверка однозначных мер электрического сопротивления : учебное пособие. - Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. - 24 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44278>.

### 6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотека . Режим доступа: <http://stratum.pstu.as.ru>



3. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.plib.ru/>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
2. Лаборатория метрологии и основ электрических измерений.
3. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
4. Помещения для самостоятельной работы.

